

BAB III
SISTEMATIKA MATERI HIDROKARBON
PADA BAHAN AJAR *TEXTBOOKS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS*
STUDYING THE SCIENCES CHEMISTRY

A. GAMBARAN UMUM ISI BUKU

Bahasan kimia pada buku ini dikelompokkan dalam tiga bagian utama yaitu

- a. *Matter and Materials* (Materi dan Bahan),
- b. *Chemical Change* (Perubahan Kimia), dan
- c. *Chemical System* (Sistem Kimia).

Ketiga bagian utama tersebut selanjutnya dipecah kembali menjadi beberapa bagian untuk *grade* atau kelas 10, 11, dan 12, yang mana pada tiap-tiap *grade* terdiri dari beberapa *chapter* atau bab. Tiap bab terdiri dari beberapa sub-bab. *Textbook* kimia ini dapat diunduh atau di-*download* per-bab. Ukuran file setiap bab tidak sampai 500 KB (0,5 MB). Pengelompokan bab tersebut dapat dilihat pada diagram berikut:

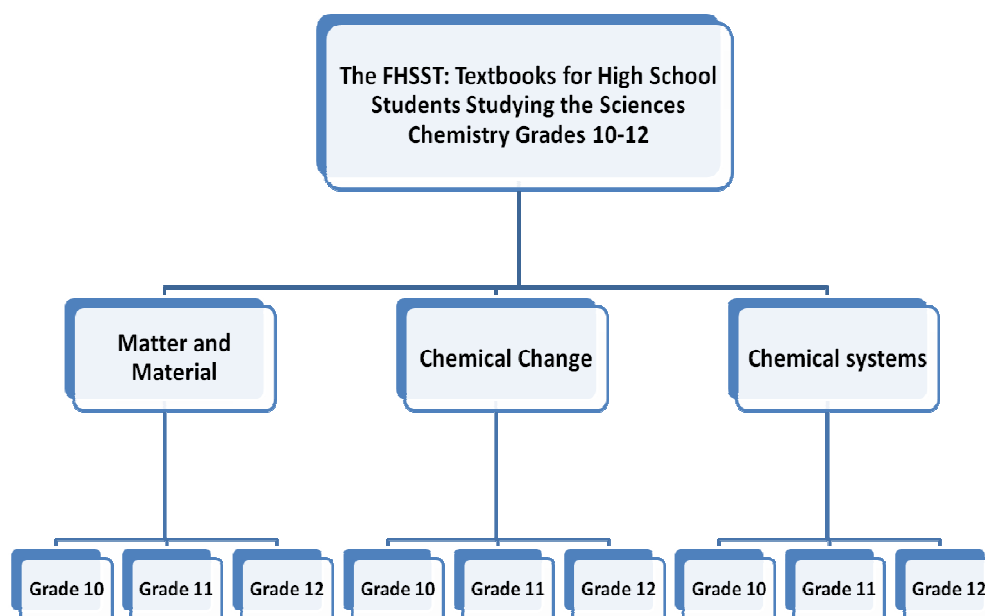


Diagram 1. Pengelompokan Materi Secara Umum

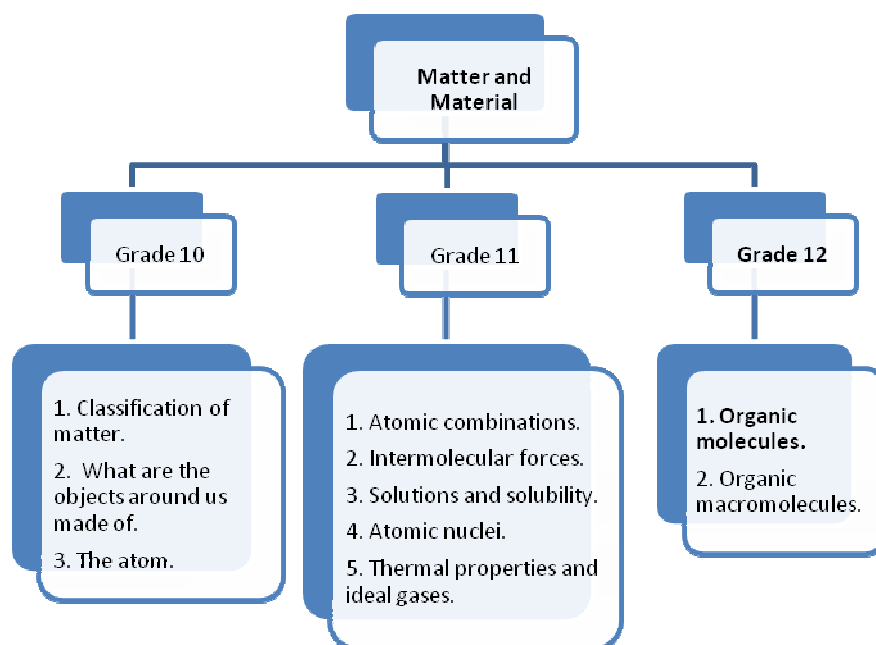


Diagram 2. Pengelompokkan Materi *Matter and Material* untuk tiap *Grade* (Kelas)

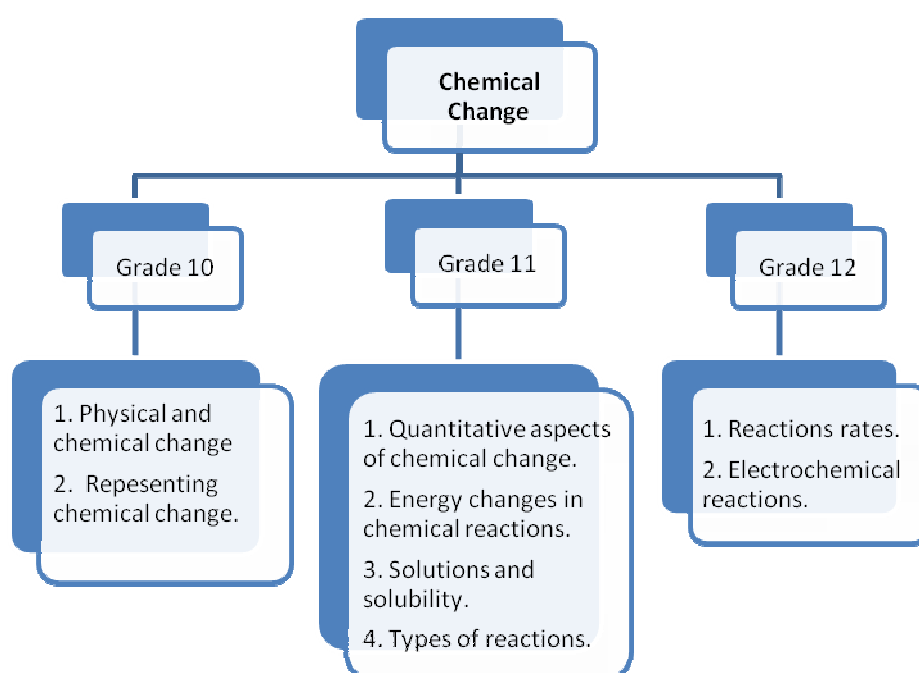


Diagram 3. Pengelompokkan Materi *Chemical Change* untuk tiap *Grade* (Kelas)

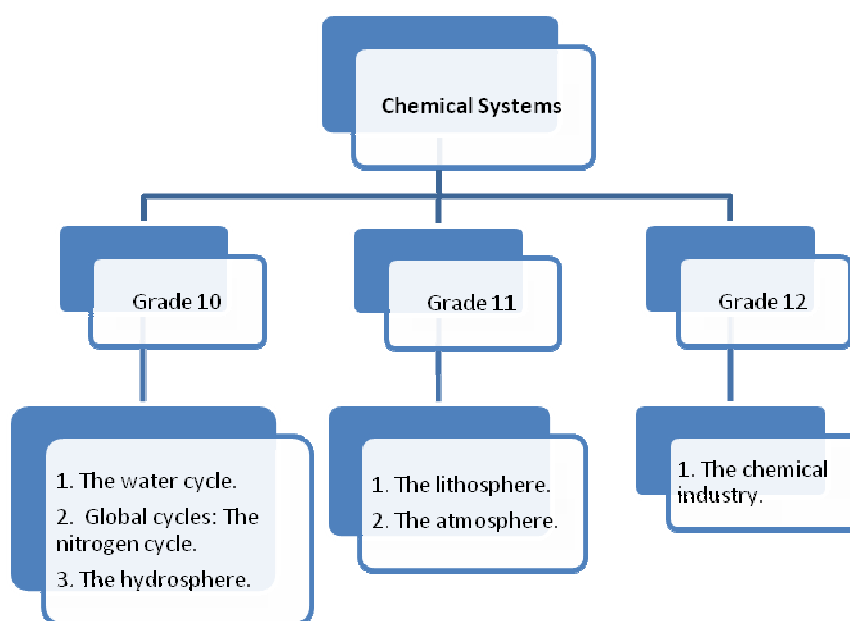


Diagram 4. Pengelompokan Materi *Chemical System* untuk tiap *Grade* (Kelas)

Adapun materi Hidrokarbon terdapat pada bagian *Matter and Material* kelas 12 bab *Organic Molecules*.

B. SISTEMATIKA MATERI BAHAN AJAR *TEXTBOOKS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS STUDYING THE SCIENCES CHEMISTRY* MATERI POKOK HIDROKARBON

Seperti telah disinggung sebelumnya, materi Hidrokarbon pada bahan ajar *Textbooks For High School Students Studying The Sciences Chemistry* terdapat pada bagian *Matter and Material* kelas 12 bab *Organic Molecules*. Pada bab *Organic Molecules* terdapat 12 sub-bab, termasuk didalamnya adalah sub-bab atau materi Hidrokarbon. Adapun pembagian sub-bab pada bab *Organic Molecules* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Pengelompokkan sub-bab pada Bab *Organic Molecules*

<i>Organic Molecules</i>	No.	Sub-bab	Materi
	1.	<i>What is Organic Molecules?</i>	-
	2.	<i>Sources of carbon</i>	-
	3.	<i>Unique properties of carbon</i>	-
	4.	<i>Representing organic compounds</i>	1) <i>Molecular formula</i>
			2) <i>Structural formula</i>
			3) <i>Condensed structural formula</i>
	5.	<i>Isomerism in organic compounds</i>	-
	6.	<i>Functional group</i>	-
	7.	<i>The hydrocarbons</i>	1) <i>The alkanes</i>
			2) <i>Naming the alkanes</i>
			3) <i>Properties of the alkanes</i>
			4) <i>Reactions of the alkanes</i>
			5) <i>The alkenes</i>
			6) <i>Naming the alkenes</i>
			7) <i>The properties of the alkenes</i>
			8) <i>Reactions of the alkenes</i>
			9) <i>The alkynes</i>
			10) <i>Naming the alkynes</i>
	8.	<i>The alcohols</i>	1) <i>Naming the alcohols</i>
			2) <i>Physical and chemical properties of the alcohols</i>
	9.	<i>Carboxylic acids</i>	1) <i>Physical properties</i>
			2) <i>Derivatives of carboxylic acids: The esters</i>
	10.	<i>The amino group</i>	-

11.	<i>The carbonyl group</i>	-
12.	<i>Summary</i>	-

Sistematika materi untuk materi pokok Hidrokarbon pada bahan ajar *Textbooks For High School Students Studying The Sciences Chemistry* dapat diringkas sebagai berikut:

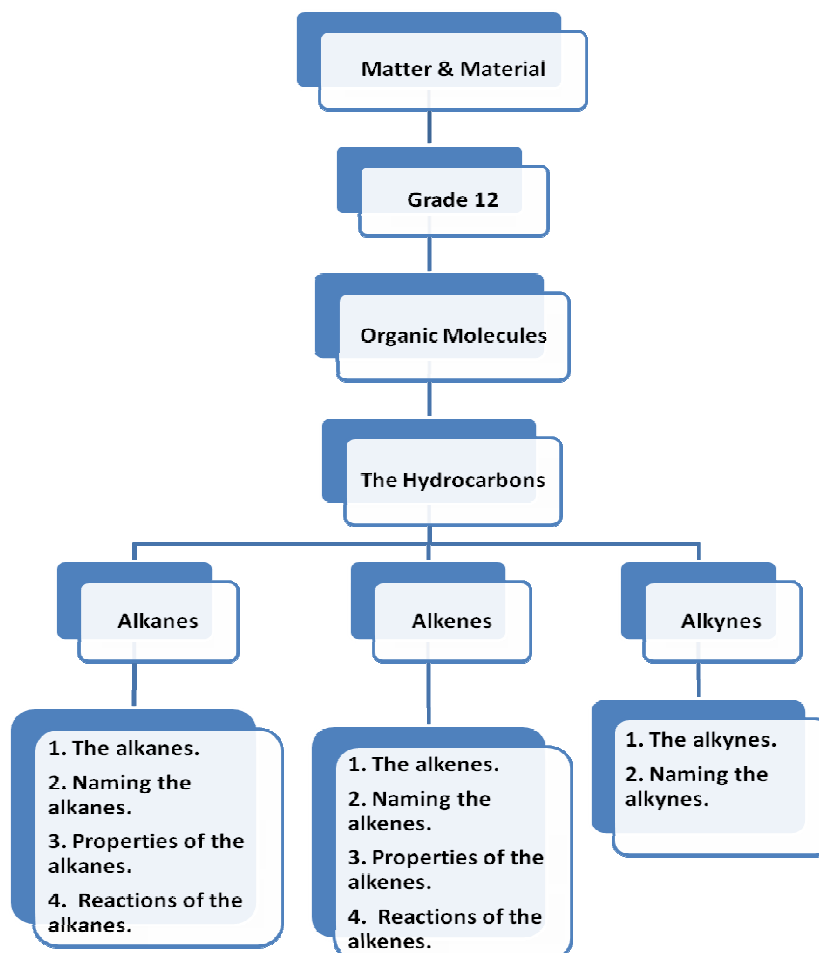


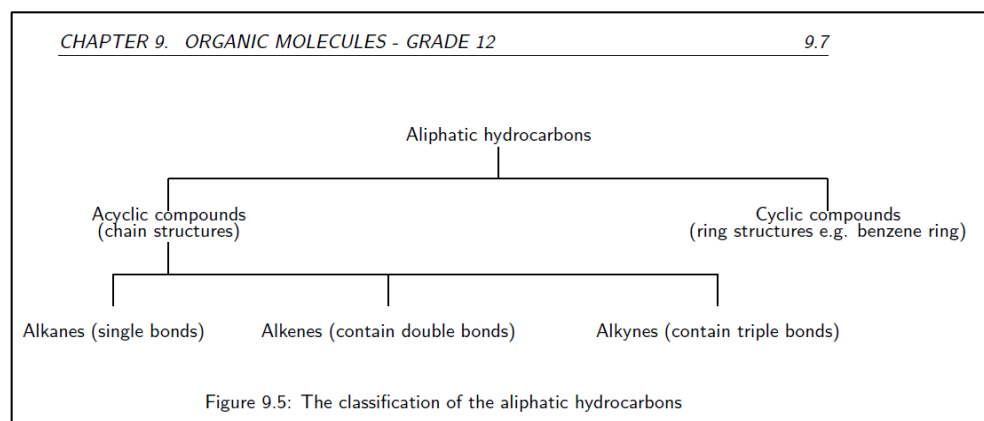
Diagram 5. Sistematika materi pokok Hidrokarbon pada *Textbook FHSST Chemistry*

Bahasan yang disampaikan pada tiap materi di buku ini cukup singkat namun jelas. Rata-rata tiap materi yang dibahas hanya berkisar 1 sampai 2 halaman, yang kemudian dilanjutkan dengan contoh soal beserta jawabannya dan di akhir materi terdapat *exercise* atau latihan soal.

Rincian pada sub-bab Hidrokarbon dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. The Hydrocarbons

Pada sub-bab awal hidrokarbon, dijelaskan mengenai pengertian hidrokarbon, yaitu suatu molekul yang terdiri dari karbon dan hidrogen. Hidrokarbon yang disampaikan disini adalah yang tergolong ke dalam senyawa alifatik. Dalam kimia, khususnya kimia organik, senyawa yang terbentuk dari ikatan karbon dan hidrogen terbagi menjadi dua bagian, yaitu senyawa siklik dan senyawa alifatik. Alifatik adalah senyawa organik yang tidak mempunyai gugus fenil. Senyawa alifatik dapat berupa siklik (struktur cincin) dan asiklik (struktur lurus). Struktur/rantai lurus, dalam bahasa Inggris disebut *chain structure*, dibagi menjadi tiga, yaitu: ikatan tunggal atau *single bond* (alkana/*alkanes*), rangkap dua atau *double bond* (alkena/*alkenes*), dan rangkap tiga atau *triple bond* (alkuna/*alkynes*). Pada *textbook* diberikan skema tentang pembagian hidrokarbon alifatik ini.



Gambar 2. Klasifikasi Senyawa Hidrokarbon Alifatik

Selain itu, pada materi ini juga disampaikan bahwa hidrokarbon dapat dibagi lagi berdasarkan kejenuhannya. Hidrokarbon yang berikatan tunggal disebut hidrokarbon jenuh atau *saturated*, sedangkan yang berikatan rangkap dua atau tiga disebut hidrokarbon tak jenuh atau *unsaturated*. Contoh kedua jenis hidrokarbon ini juga ditampilkan pada *textbook*.

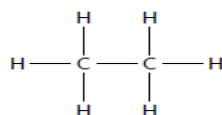


Figure 9.6: A saturated hydrocarbon

in a molecule of ethane and a molecule of ethene, you will see that the number of hydrogen atoms in ethene is *less* than the number of hydrogen atoms in ethane despite the fact that they both contain two carbon atoms. In order for an unsaturated compound to become saturated, a double bond has to be broken, and another two hydrogen atoms added for each double bond that is replaced by a single bond.

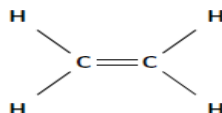


Figure 9.7: An unsaturated hydrocarbon

Gambar 3. Contoh Hidrokarbon Jenuh dan Tak Jenuh

2. *The Alkanes*

Pada materi *The alkanes*, atau dalam bahasa Indonesia disebut alkana, dijelaskan mengenai pengertian alkana, yaitu suatu senyawa disertai contoh senyawa beserta strukturnya. Disini juga dijelaskan tentang ciri senyawa alkana yaitu mengikuti aturan *homologous series* atau deret homolog, dimana tiap atom karbon yang ditambahkan, maka akan ada dua atom hidrogen yang ditambahkan pula. Rumus umum alkana juga disampaikan pada materi ini, yaitu C_nH_{2n+2} . Contoh alkana pada kehidupan sehari-hari menjadi bagian terakhir pada penjelasan materi ini. Contoh yang diberikan adalah kegunaan alkana sebagai sumber bahan bakar dan biasa digunakan pada industri kimia. Sebagian besar adalah berupa gas (misalnya metana dan etana) dan cair (misalnya oktan, yang merupakan komponen penting pada petrol).

9.7.1 The Alkanes

The alkanes are hydrocarbons that only contain *single covalent bonds* between their carbon atoms. This means that they are *saturated* compounds and are quite unreactive. The simplest alkane has only one carbon atom and is called **methane**. This molecule is shown in figure 9.8.

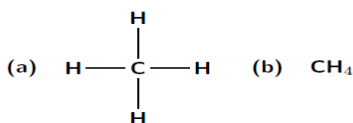


Figure 9.8: The structural (a) and molecular formula (b) for methane

The second alkane in the series has two carbon atoms and is called **ethane**. This is shown in figure 9.9.

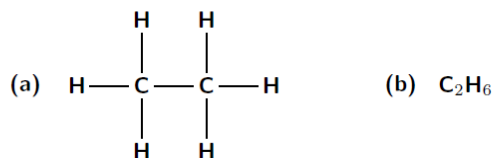


Figure 9.9: The structural (a) and molecular formula (b) for ethane

The third alkane in the series has three carbon atoms and is called **propane** (Figure 9.10).

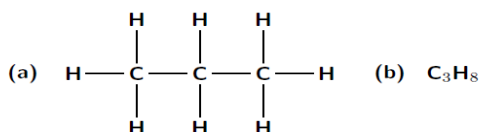


Figure 9.10: The structural (a) and molecular formula (b) for propane

When you look at the molecular formula for each of the alkanes, you should notice a pattern developing. For each carbon atom that is added to the molecule, two hydrogen atoms are added. In other words, each molecule differs from the one before it by CH_2 . This is called a *homologous series*. The alkanes have the general formula $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

The alkanes are the most important source of fuel in the world and are used extensively in the chemical industry. Some are gases (e.g. methane and ethane), while others are liquid fuels (e.g. octane, an important component of petrol).

Gambar 4. Isi materi *The Alkanes*

3. *Naming The Alkanes*

Naming the alkanes, dalam bahasa Indonesia berarti tatanama atau penamaan senyawa alkana. Pada materi ini dijelaskan tentang langkah-langkah penamaan suatu senyawa alkana berdasarkan aturan internasional IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*). Terdapat lima langkah penamaan yang disampaikan pada materi ini, yaitu:

- 1) **Langkah 1:** Kenali kelompok senyawa agar dapat ditentukan *suffix* atau akhiran pada nama senyawa tersebut. Misalnya, jika senyawa tersebut adalah alkana, maka diberi akhiran *-ana* (jika dalam bahasa Inggris, senyawa alkana disebut *alkane*, sehingga diberi akhiran *-ane*), jika alkena maka diberi akhiran *-ena* (jika dalam bahasa Inggris, senyawa alkena disebut *alkene*, sehingga diberi akhiran *-ene*), jika alkohol maka diberi akhiran *-ol*, dan lain sebagainya.

- 2) **Langkah 2:** Tentukan rantai karbon terpanjang (tidak selalu berupa rantai lurus) dan hitung jumlah atom karbon pada rantai. Jumlah atom karbon ini akan menentukan nama awalan senyawa. Misal, alkana yang mempunyai 3 atom karbon maka menjadi berawalan *prop* dan senyawa ini disebut propana, atau dalam bahasa Inggris disebut *propane*. Pada *textbook* ini telah diberikan tabel untuk menentukan nama awalan suatu senyawa alkana berdasarkan jumlah atom karbonnya.
- 3) **Langkah 3:** Beri penomoran karbon pada rantai karbon terpanjang. Perlu diingat, jika ada ikatan rangkap dua atau tiga, penomoran dimulai dari ikatan pada atom dengan jumlah terendah.
- 4) **Langkah 4:** Beri nama pada cabang dari rantai utama karbon serta penomoran untuk menunjukkan posisi atau letak rantai karbon. Jika tidak ada cabang, maka langkah ini dapat dilewati.
- 5) **Langkah 5:** Gabungkan nama-nama unsur tadi menjadi satu dengan urutan sebagai berikut: cabang, awalan, nama akhir menurut kelompok fungsional dan posisinya serta rantai karbon terpanjang.

9.7.2 Naming the alkanes

In order to give compounds a name, certain rules must be followed. When naming organic compounds, the IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) nomenclature is used. We will first look at some of the steps that need to be followed when naming a compound, and then try to apply these rules to some specific examples.

1. STEP 1: Recognise the *functional group* in the compound. This will determine the suffix (the 'end') of the name. For example, if the compound is an alkane, the suffix will be -ane; if the compound is an alkene the suffix will be -ene; if the compound is an alcohol the suffix will be -ol, and so on.

2. STEP 2: Find the longest continuous carbon chain (it won't always be a *straight* chain) and count the number of carbon atoms in this chain. This number will determine the prefix (the 'beginning') of the compound's name. These prefixes are shown in table 9.2. So, for example, an alkane that has 3 carbon atoms will have the suffix *prop* and the compound's name will be *propane*.

Carbon atoms	prefix
1	meth(ane)
2	eth(ane)
3	prop(ane)
4	but(ane)
5	pent(ane)
6	hex(ane)
7	hept(ane)
8	oct(ane)
9	non(ane)
10	dec(ane)

Table 9.2: The prefix of a compound's name is determined by the number of carbon atoms in the longest chain

3. STEP 3: Number the carbons in the longest carbon chain (Important: If there is a double or triple bond, you need to start numbering so that the bond is at the carbon with the lowest number).
4. STEP 4: Look for any branched groups and name them. Also give them a number to show their position on the carbon chain. If there are no branched groups, this step can be left out.
5. STEP 5: Combine the elements of the name into a single word in the following order: branched groups; prefix; name ending according to the functional group and its position along the longest carbon chain.

Gambar 5. Isi materi *Naming the Alkanes*

Di akhir materi ini diberikan empat *worked example* atau contoh soal dan dua *exercise* atau latihan soal mandiri tentang penamaan senyawa alkana. Pertanyaan pada contoh soal yang diberikan adalah pembaca diminta untuk memberikan nama IUPAC pada suatu struktur senyawa alkana. Jawaban yang diberikan pada contoh soal ini cukup jelas dan singkat, yakni langsung pada langkah-langkah penamaan sesuai materi, dan pemberian nama senyawa alkana yang ditanyakan. Sehingga untuk memahami contoh soal ini dapat dikatakan sangat mudah.

Worked Example 40: Naming the alkanes

Question: Give the IUPAC name for the following compound:

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$

(Remember that the side groups are shown in brackets after the carbon atom to which they are attached.)

Answer

Step 1 : Draw the compound from its condensed structural formula
The structural formula of the compound is:

$$\begin{array}{ccccccc}
 & \text{H} & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & \text{H} \\
 & | & & | & & | & & | \\
 \text{H} & - \text{C}_{(1)} & - & \text{C}_{(2)} & - & \text{C}_{(3)} & - & \text{C}_{(4)} - \text{H} \\
 & | & & | & & | & & | \\
 & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H}
 \end{array}$$

Step 2 : Identify the functional group
The compound is an alkane and will have the suffix -ane.

Step 3 : Find the longest carbon chain
There are four carbons in the longest chain. The prefix for this compound is -but.

Step 4 : Number the carbons in the carbon chain
If we start at the carbon on the left, carbon atoms are numbered as shown in the diagram above. A second way that the carbons could be numbered is:

$$\begin{array}{ccccccc}
 & \text{H} & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_{3(4)} & & \text{H} \\
 & | & & | & & | & & | \\
 \text{H} & - \text{C}_{(1)} & - & \text{C}_{(2)} & - & \text{C}_{(3)} & - & \text{C} - \text{H} \\
 & | & & | & & | & & | \\
 & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H}
 \end{array}$$

Step 5 : Look for any branched groups, name them and give their position on the carbon chain

There are two methyl groups attached to the main chain. The first one is attached to the second carbon atom and the second methyl group is attached to the third carbon atom. Notice that in this example it does not matter how you have chosen to number the carbons in the main chain; the methyl groups are still attached to the second and third carbons and so the naming of the compound is not affected.

Step 6 : Combine the elements of the compound's name into a single word in the order of branched groups; prefix; name ending according to the functional group.

The compound's name is 2,3-dimethyl-butane.

Gambar 6. Salah satu contoh soal (*worked example*) pada materi *Naming the Alkanes*

Sedangkan pada *exercise* atau latihan soal mandiri, terdapat dua nomor soal. Soal nomor satu terdiri dari empat sub-soal dan pada soal nomor dua terdiri dari tiga sub-soal. Semuanya merupakan soal uraian. Jika memahami langkah-langkah jawaban pada contoh soal, maka soal pada *exercise* ini juga dapat dikerjakan dengan mudah.

?

Exercise: Naming the alkanes

1. Give the structural formula for each of the following:

- (a) Octane
- (b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
- (c) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$
- (d) 3-ethyl-pentane

2. Give the IUPAC name for each of the following organic compounds.

$$\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & & \text{H} & & \text{CH}_3 & \\ & | & & | & & | & \\ \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - \text{H} \\ & | & & | & & | & \\ & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & \end{array}$$

- (a)
- (b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
- (c) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$

Gambar 7. Latihan soal (*exercise*) pada materi *Naming the Alkanes*

4. *Properties of The Alkanes*

Properties of the alkanes, dalam bahasa Indonesia diartikan sifat senyawa alkana. Pada materi ini dipaparkan tentang beberapa sifat fisik dan kimia dari senyawa alkana. Sifat-sifat tersebut meliputi sifat kimia alkana yaitu sebagian besar tidak reaktif dikarenakan oleh kestabilan

pada ikatan C-C dan C-H, dan sifat fisika seperti titik didih, titik leleh, dan fase pada keduanya.

9.7.3 Properties of the alkanes

We have already mentioned that the alkanes are relatively unreactive because of their stable C-C and C-H bonds. The boiling point and melting point of these molecules is determined by their molecular structure, and their surface area. The more carbon atoms there are in an alkane, the greater the surface area and therefore the higher the boiling point. The melting point also increases as the number of carbon atoms in the molecule increases. This can be seen in the data in table 9.3.

Formula	Name	Melting point ($^{\circ}\text{C}$)	Boiling point ($^{\circ}\text{C}$)	Phase at room temperature
CH_4	methane	-183	-162	gas
C_2H_6	ethane	-182	-88	gas
C_3H_8	propane	-187	-45	gas
C_4H_{10}	butane	-138	-0.5	gas
C_5H_{12}	pentane	-130	36	liquid
C_6H_{14}	hexane	-95	69	liquid
$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$	heptadecane	22	302	solid

Table 9.3: Properties of some of the alkanes

You will also notice that, when the molecular mass of the alkanes is low (i.e. there are few carbon atoms), the organic compounds are *gases* because the intermolecular forces are weak. As the number of carbon atoms and the molecular mass increases, the compounds are more likely to be liquids or solids because the intermolecular forces are stronger.

Gambar 8. Isi materi *Properties of the Alkanes*

5. Reactions of The Alkanes

Reactions of the alkanes, dalam bahasa Indonesia berarti reaksi-reaksi pada senyawa alkana. Pada materi ini dijelaskan tentang tiga jenis reaksi yang dapat terjadi pada suatu senyawa alkana, yaitu reaksi substitusi (*substitution reactions*), eliminasi (*elimination reactions*), dan oksidasi (*oxidation reactions*). Sama seperti pada bahasan-bahasan materi sebelumnya, pada bagian ini juga dijelaskan secara singkat dan jelas serta dilengkapi dengan contoh reaksi yang terjadi.

9.7.4 Reactions of the alkanes

There are three types of reactions that can occur in saturated compounds such as the alkanes.

1. Substitution reactions

Substitution reactions involve the removal of a hydrogen atom which is replaced by an atom of another element, such as a halogen (F, Cl, Br or I) (figure 9.11). The product is called a **halo-alkane**. Since alkanes are not very reactive, heat or light are needed for this

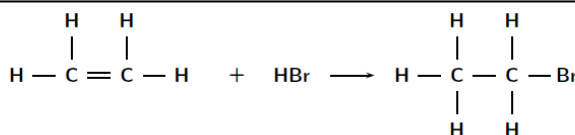
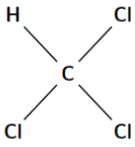
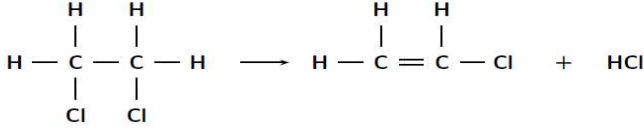


Figure 9.11: A substitution reaction

reaction to take place.

<p>e.g. $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br}$ (halo-alkane)</p> <p>Halo-alkanes (also sometimes called <i>alkyl halides</i>) that contain methane and chlorine are substances that can be used as anaesthetics during operations. One example is trichloromethane, also known as 'chloroform' (figure 9.12).</p> <div style="text-align: center;">  <p>CHCl_3</p> </div> <p style="text-align: center;">Figure 9.12: Trichloromethane</p>
<p>2. Elimination reactions</p> <p>Saturated compounds can also undergo elimination reactions to become unsaturated (figure 9.13). In the example below, an atom of hydrogen and chlorine are eliminated from the original compound to form an unsaturated halo-alkene.</p> <p>e.g. $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{HCl}$</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Figure 9.13: An elimination reaction</p>
<p>3. Oxidation reactions</p> <p>When alkanes are burnt in air, they react with the oxygen in air and heat is produced. This is called an oxidation or combustion reaction. Carbon dioxide and water are given off as products. Heat is also released during the reaction. The burning of alkanes provides most of the energy that is used by man.</p> <p>e.g. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{heat}$</p>

Gambar 9. Isi materi *Reactions of the Alkanes*

Pada materi ini tidak diberikan contoh soal, melainkan langsung pada latihan soal mandiri atau *exercise* untuk keseluruhan materi tentang alkana. *Exercise* yang diberikan ada sebanyak lima soal uraian, yang mana dua diantaranya merupakan soal cerita.

6. *The Alkenes*

Pada materi *The alkenes*, atau dalam bahasa Indonesia disebut alkena, dijelaskan mengenai pengertian alkena disertai contoh senyawa beserta strukturnya. Alkena memiliki paling tidak satu ikatan rangkap dua diantara dua atom karbonnya. Artinya, alkena merupakan senyawa tak jenuh dan lebih reaktif dibandingkan alkana. Alkena memiliki rumus

umum C_nH_{2n} . Jika pada suatu senyawa alkena terdapat dua ikatan rangkap dua, maka disebut diena (dalam bahasa Inggris *diene*). Sedangkan jika terdapat tiga ikatan rangkap dua, maka disebut triena (dalam bahasa Inggris *triene*).

Pada akhir pembahasan materi ini, diberikan contoh nyata tentang penggunaan alkena. Disini diberikan contoh tentang senyawa etilen dan propena, yang mana etilen merupakan hormon pada tumbuhan yang berperan pada pemasakan buah dan mekarnya bunga, dan propena banyak digunakan pada industri petrokimia.

9.7.5 The alkenes

In the alkenes, there is at least one double bond between two carbon atoms. This means that they are **unsaturated** and are *more reactive* than the alkanes. The simplest alkene is ethene (also known as ethylene), which is shown in figure 9.14.

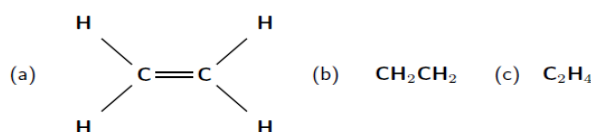


Figure 9.14: The (a) structural, (b) condensed structural and (c) molecular structure representations of ethene

As with the alkanes, the elkenes also form a homologous series. They have the general formula C_nH_{2n} . The second alkene in the series would therefore be C_3H_6 . This molecule is known as propene (figure 9.15). Note that if an alkene has two double bonds, it is called a **diene** and if it has three double bonds it is called a **triene**.

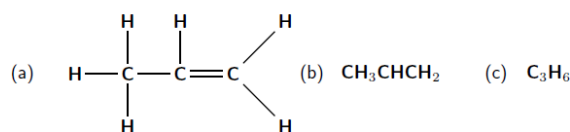


Figure 9.15: The (a) structural, (b) condensed structural and (c) molecular structure representations of propene

The elkenes have a variety of uses. Ethylene for example is a hormone in plants that stimulates the ripening of fruits and the opening of flowers. Propene is an important compound in the petrochemicals industry. It is used as a monomer to make polypropylene and is also used as a fuel gas for other industrial processes.

Gambar 10. Isi materi *The Alkenes*


7. Naming The Alkenes

Naming the alkanes, atau dalam bahasa Indonesia berarti tatanama senyawa alkana. Pembahasan yang disampaikan pada materi langsung pada *worked example* atau contoh soal. Hal ini dikarenakan aturan penamaan pada alkana hampir sama dengan aturan penamaan pada alkana. Perbedaannya adalah pada akhiran nama senyawa. Jika alkana berakhiran -ana (-ane), maka pada alkana berakhiran -ena (-ene).

Worked example yang diberikan disini ada sebanyak tiga soal. Selanjutnya di akhir materi diberikan *exercise* sebanyak tiga soal. Ketiganya merupakan soal uraian dengan variasi yang sama, yaitu pembaca diminta untuk memberi nama IUPAC dari tiga senyawa alkana yang diberikan.

9.7.6 Naming the alkenes

Similar rules will apply in naming the alkenes, as for the alkanes.



Worked Example 42: Naming the alkenes

Question: Give the IUPAC name for the following compound:

$$\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\ & | & & | & & | & & | \\ \text{H} & - \text{C}_{(1)} & - & \text{C}_{(2)} & = & \text{C}_{(3)} & - & \text{C}_{(4)} - \text{H} \\ & | & & & & & & | \\ & \text{H} & & & & & & \text{H} \end{array}$$

Answer

Step 1 : Identify the functional group
The compound is an alkene and will have the suffix -ene.

Step 2 : Find the longest carbon chain
There are four carbon atoms in the longest chain and so the prefix for this compound will be 'but'.

Step 3 : Number the carbon atoms
Remember that when there is a double or triple bond, the carbon atoms must be numbered so that the double or triple bond is at the lowest numbered carbon. In this case, it doesn't matter whether we number the carbons from the left to right, or from the right to left. The double bond will still fall between C₂ and C₃. The position of the bond will come just before the suffix in the compound's name.

Step 4 : Look for any branched groups, name them and give their position on the carbon chain
There are no branched groups in this molecule.

Step 5 : Name the compound
The name of this compound is **but-2-ene**.

Gambar 11. Isi materi dan salah satu *worked example* materi *Naming The Alkenes*

?

Exercise: Naming the alkenes
 Give the IUPAC name for each of the following alkenes:

- C_5H_{10}
- $CH_3CHCHCH_3$

168

CHAPTER 9. ORGANIC MOLECULES - GRADE 12

9.7

$$\begin{array}{ccccccc}
 & H & & H & & H & \\
 & | & & | & & | & \\
 H & - C = & C = & C - & C - & H \\
 & & & & | & & \\
 & & & & H & &
 \end{array}$$

3.

Gambar 12. Exercise pada materi Naming the Alkenes

8. The Properties of The Alkenes

The properties of the alkenes, dalam bahasa Indonesia diartikan sifat senyawa alkena. Pembahasan disini sangat sedikit. Hal ini dikarenakan sifat alkena sangat mirip dengan alkana. Hanya saja alkena lebih reaktif karena ia merupakan senyawa tak jenuh.

9.7.7 The properties of the alkenes

The properties of the alkenes are very similar to those of the alkanes, except that the alkenes are more reactive because they are unsaturated. As with the alkanes, compounds that have four or less carbon atoms are gases at room temperature, while those with five or more carbon atoms are liquids.

Gambar 13. Isi materi Properties of the Alkenes

9. Reactions of The Alkenes

Reactions of the alkenes, dalam bahasa Indonesia berarti reaksi-reaksi pada senyawa alkena. Pada materi ini dijelaskan tentang reaksi-reaksi yang dapat terjadi pada suatu senyawa alkena, yaitu reaksi hidrogenase (*hydrogenation reactions*), halogenasi (*halogenation reactions*), dan pembentukan alkohol (*the formation of alcohols*).

Sama seperti pada pembahasan alkana, pada materi ini tidak diberikan contoh soal, melainkan langsung pada *exercise* untuk keseluruhan materi tentang alkena. *Exercise* yang diberikan ada sebanyak tiga soal uraian.

9.7.8 Reactions of the alkenes

Alkenes can undergo **addition reactions** because they are unsaturated. They readily react with hydrogen, water and the halogens. The double bond is broken and a single, saturated bond is formed. A new group is then added to one or both of the carbon atoms that previously made up the double bond. The following are some examples:

1. Hydrogenation reactions

A catalyst such as platinum is normally needed for these reactions

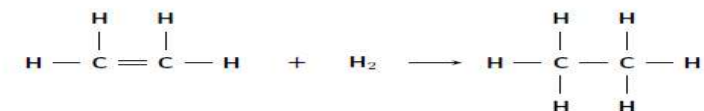


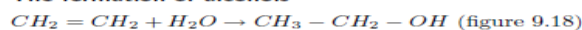
Figure 9.16: A hydrogenation reaction

2. Halogenation reactions



Figure 9.17: A halogenation reaction

3. The formation of alcohols



169

9.7

CHAPTER 9. ORGANIC MOLECULES - GRADE 12

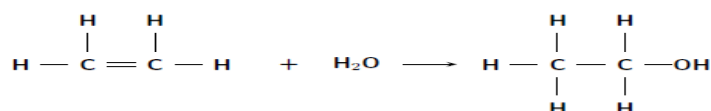


Figure 9.18: The formation of an alcohol

Gambar 14. Isi materi *Reactions of the Alkenes*

10. The Alkynes

The alkynes, dalam bahasa Indonesia disebut alkuna. Pada materi ini diterangkan tentang pengertian senyawa alkuna. disertai contoh senyawa beserta strukturnya. Alkuna memiliki paling tidak satu ikatan rangkap tiga diantara dua atom karbonnya. Alkuna juga merupakan senyawa tak jenuh dan bersifat paling reaktif dibandingkan alkana dan alkena. Alkuna memiliki rumus umum C_nH_{2n-2} .

Pada akhir pembahasan materi ini, diberikan contoh nyata tentang penggunaan alkuna, seperti etuna (*ethyna*) atau asetilena (*acetylene*). Sebagian besar alkuna ini digunakan pada sintesis aneka produk kimia.

9.7.9 The Alkynes

In the alkynes, there is at least one triple bond between two of the carbon atoms. They are unsaturated compounds and are therefore highly reactive. Their general formula is C_nH_{2n-2} . The simplest alkyne is ethyne (figure 9.19), also known as acetylene. Many of the alkynes are used to synthesise other chemical products.



Figure 9.19: Ethyne (acetylene)

Gambar 15. Isi materi *The Alkynes*

11. Naming The Alkynes

Naming the alkynes, atau dalam bahasa Indonesia berarti tatanama senyawa alkuna. Sama seperti pada alkena, pembahasan yang disampaikan pada materi ini langsung pada *worked example* atau contoh soal. Hal ini dikarenakan aturan penamaan pada alkuna hampir sama dengan aturan penamaan pada alkana dan alkena. Perbedaannya adalah pada akhiran nama senyawa. Jika alkena berakhiran –ana (*-ane*), alkena berakhiran –ena (*-ene*), maka pada alkuna berakhiran –una (*-yne*)

Worked example yang diberikan disini hanya ada satu soal. Selanjutnya di akhir materi diberikan *exercise* sebanyak tiga soal. Juga sama seperti pada alkena, ketiganya merupakan soal uraian dengan variasi yang sama, yaitu pembaca diminta untuk memberi nama IUPAC dari tiga senyawa alkuna yang diberikan.

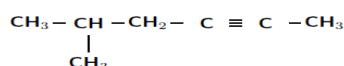
9.7.10 Naming the alkynes

The same rules will apply as for the alkanes and alkenes, except that the suffix of the name will now be -yne.



Worked Example 45: Naming the alkynes

Question: Give the IUPAC name for the following compound:



Answer
Step 1 : Identify the functional group

There is a triple bond between two of the carbon atoms, so this compound is an alkyne. The suffix will be -yne. The triple bond is at the second carbon, so the suffix will in fact be 2-yne.

Step 2 : Find the longest carbon chain and give the compound the correct prefix

If we count the carbons in a straight line, there are six. The prefix of the compound's name will be 'hex'.

Step 3 : Number the carbons in the longest chain

In this example, you will need to number the carbons from right to left so that the triple bond is between carbon atoms with the lowest numbers.

Step 4 : Look for any branched groups, name them and show the number of the carbon atom to which the group is attached

There is a methyl (CH_3) group attached to the fifth carbon (remember we have numbered the carbon atoms from right to left).

Step 5 : Combine the elements of the name into a single word in the following order: branched groups; prefix; name ending according to the functional group and its position along the longest carbon chain.

If we follow this order, the name of the compound is 5-methyl-hex-2-yne.

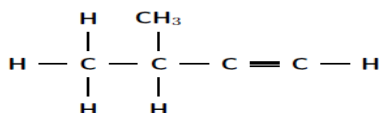
Gambar 16. Isi materi dan *worked example* materi

Naming The Alkenes



Exercise: The alkynes

Give the IUPAC name for each of the following organic compounds.



- 1.
2. C_2H_2
3. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CCH}$

Gambar 17. *Exercise* pada materi *Naming the Alkynes*